# Aplicativo de medição de alimentação DSOX3PWR

Guia do usuário

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

# Avisos

© Keysight Technologies, Inc. 2007-2009, 2011-2012

Nenhuma parte deste manual pode ser reproduzida de qualquer forma ou por qualquer meio (incluindo armazenamento eletrônico e recuperação ou tradução para um outro idioma) sem o consentimento prévio por escrito da Keysight Technologies, Inc., conforme regido pelas leis de direitos autorais dos EUA e de outros países.

## Número de peça do manual

Versão 02.20.0000

## Edição

16 de julho de 2012

Available in electronic format only

## Garantia

**O material contido neste documento é fornecido "como está" e está sujeito a alterações sem aviso prévio em edições futuras. Além disso, até onde permitido pela legislação vigente, a Keysight isenta-se de qualquer garantia, seja expressa, seja implícita, relacionada a este manual e às informações aqui contidas, incluindo as garantias implícitas de comercialização e adequação a um propósito específico, mas não se limitando a elas. A Keysight não deve ser responsabilizada por erros ou por danos incidentais ou conseqüentes relacionados ao suprimento, uso ou desempenho deste documento ou das informações aqui contidas. Caso a Keysight e o usuário tenham um outro acordo por escrito com termos de garantia que cubram o material deste documento e sejam conflitantes com estes termos, devem prevalecer os termos de garantia do acordo em separado.**

## Licenças de tecnologia

O hardware e/ou o software descritos neste documento são fornecidos com uma licença e podem ser usados ou copiados apenas em conformidade com os termos de tal licença.

## Legenda sobre direitos restritos

Direitos restritos do governo dos EUA. Os direitos de software e de dados técnicos concedidos ao governo federal incluem apenas aqueles direitos normalmente concedidos aos usuários finais. A Keysight fornece essa licença comercial costumeira do software e dos dados técnicos conforme a FAR 12.211 (dados técnicos) e 12.212 (software de computador) e, para o Departamento de Defesa, a DFARS 252.227-7015 (dados técnicos – itens comerciais) e DFARS 227.7202-3 (direitos sobre software comercial de computador ou documentação de software de computador).

## Avisos de segurança

**CUIDADO**

**CUIDADO** indica perigo. Ele chama a atenção para um procedimento, prática ou algo semelhante que, se não forem corretamente realizados ou cumpridos, podem resultar em avarias no produto ou perda de dados importantes. Não prossiga após um aviso de **CUIDADO** até que as condições indicadas sejam completamente compreendidas e atendidas.

**AVISO**

**AVISO indica perigo. Ele chama a atenção para um procedimento, prática ou algo semelhante que, se não forem corretamente realizados ou cumpridos, podem resultar em ferimentos pessoais ou morte. Não prossiga após um AVISO até que as condições indicadas sejam completamente compreendidas e atendidas.**

# Aplicativo de medição de alimentação—Visão geral

O aplicativo de análise e medição de alimentação DSOX3PWR para os osciloscópios InfiniiVision 3000 série X permitem a análise fácil e rápida da eficiência e confiabilidade de uma fonte de alimentação comutada.

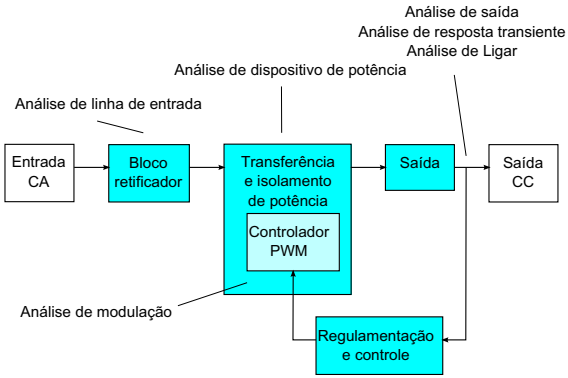



**Figura 1** Diagrama de blocos da fonte de alimentação comutada (SMPS) e os tipos de medições

Com o aplicativo de medição de alimentação, é possível:

- Medir a perda de comutação e a perda de condução no dispositivo de comutação (para ajudar a melhorar a eficiência).
- Analisar a taxa de variação e dV/dt (para obter uma operação confiável).
- Automatizar a configuração do osciloscópio para medições de ondulação (para eliminar as cansativas configurações manuais no osciloscópio).
- Executar testes de conformidade prévios de acordo com os padrões IEC 61000-3-2 (para reduzir o tempo dos testes de conformidade).
- Analisar a potência da linha com testes de distorção harmônica total, potência verdadeira, potência aparente, fator de potência e fator de crista (para oferecer rapidamente informações sobre a qualidade da potência).
- Medir o ruído de saída (ondulação).
- Analisar a modulação usando as informações sobre tempo de ativação e desativação de um sinal de modulação de largura de pulso (PWM) (para ajudar a caracterizar o fator de potência ativa).

- Medir a eficácia com que um circuito rejeita a ondulação da fonte de alimentação de entrada em várias frequências com a medição taxa de rejeição da fonte de alimentação(PSRR).

A licença de análise e medição de alimentação, juntamente com o osciloscópio, a ponta de prova diferencial de alta tensão, a ponte de prova de corrente, o recurso de realinhamento de ponta de prova e a ponta de prova passiva, forma um sistema de medição de alimentação completo para testes e projetos de fonte de alimentação.

Está incluída no DSOX3PWR, sem custo adicional, uma licença para o pacote de software de análise de alimentação baseada em computador U1881A, que oferece geração de relatórios e medições de alimentação off-line adicionais.

Este guia descreve:


- Capítulo 1, “Pré-requisitos,” inicia na página 9
- Capítulo 2, “Introdução,” inicia na página 15
- Capítulo 3, “Executar análise de alimentação,” inicia na página 25
- Capítulo 4, “Medições automáticas de potência,” inicia na página 63

# Índice


Aplicativo de medição de alimentação–Visão geral / 3

1 Pré-requisitos

Segurança / 9

Requisitos do osciloscópio / 9

- Requisitos de largura de banda / 10
- Requisitos de memória / 10
- Requisitos de versão de software / 11

Requisitos de ponta de prova / 11

- Ponta de prova de tensão / 11
- Ponta de prova de corrente / 12
- Realinhar a tensão e as pontas de prova de corrente / 13

2 Introdução

Etapa 1: Acesse o aplicativo de medição de alimentação / 15

Etapa 2: Realização de realinhamento de canais / 16

Etapa 3: Seleção do tipo de análise de alimentação / 19

Etapa 4: Conexões DUT e configuração de sinais / 20

Etapa 5: Alteração das configurações de análise (se disponível) / 22

Etapa 6: Aplicação da análise / 22

Etapa 7: Visualização dos resultados da análise / 23

3 Executar análise de alimentação

Harmônicos de corrente / 25

Eficiência / 31
Corrente de partida / 34
Modulação / 36
Qualidade da potência / 40
Perda de comutação / 44
Resposta transiente / 48
Ligar/Desligar / 51
Ondulação de saída / 54
PSRR (taxa de rejeição da fonte de alimentação) / 56
Taxa de variação / 59

4 Medições automáticas de potência

Fator de potência / 63
Potência real / 64
Potência aparente / 64
Potência reativa / 64
Fator de crista / 65
Ângulo de fase / 65
Ondulação de saída / 65
Potência de entrada / 65
Potência de saída / 66
Eficiência / 66
Corrente de pico / 67
Transiente / 67
Tempo de ativação / 67

Tempo de desativação / 67
Perda de potência / 68
Perda potência/cic / 68
Perda de energia / 68

Índice

# 1 Pré-requisitos

Segurança / 9
Requisitos do osciloscópio / 9
Requisitos de ponta de prova / 11

Este capítulo descreve considerações de segurança e os requisitos necessários para usar o aplicativo de medição de alimentação.

## Segurança

**AVISO**

**Ao conectar-se a um circuito com tensões perigosas, certifique-se de que as pontas de prova e outros componentes estejam sendo utilizados de acordo com suas especificações. Consulte a documentação das pontas de prova e de outros componentes.**

## Requisitos do osciloscópio

O aplicativo de medição de alimentação DSOX3PWR funciona com os osciloscópios de armazenamento digital 3000 série X (DSO).

- Os osciloscópios InfiniiVision 3000 série X vêm em modelos de largura de banda de 100 MHz, 200 MHz, 350 MHz e 500 MHz, com memória de 2 Mpts ou 4 Mpts.

As características da fonte de alimentação em teste determinam a largura de banda e a memória do osciloscópio requeridas.

- "Requisitos de largura de banda" na página 10

- "Requisitos de memória" na página 10
- "Requisitos de versão de software" na página 11


## Requisitos de largura de banda

Os requisitos de largura de banda do osciloscópio e da ponta de prova são conduzidos pela taxa de variação (tempos de subida/descida) do dispositivo de comutação.

Para osciloscópios com resposta gaussiana (típico de osciloscópios com largura de banda de 1 GHz ou inferior), o tempo de subida do osciloscópio é comumente relacionado à largura de banda do osciloscópio por meio da fórmula:

tempo de subida = 0,35/largura de banda

Para medir o tempo de subida do sinal de entrada com ±5% de erro, o tempo de subida do osciloscópio deve ser 1/3 do tempo de subida do sinal de entrada. Portanto, a largura de banda requerida para o osciloscópio é:

BW = [ 0,35 / (tempo de subida do sinal de entrada / 3) ]

Por exemplo, um dispositivo de comutação cujo tempo de subida é 10 ns requer uma largura de banda do osciloscópio (e da ponta de prova) de 105 MHz.

## Requisitos de memória

Os requisitos de memória do osciloscópio dependem do intervalo de tempo e dos tipos de sinais a serem capturados:

profundidade de memória = intervalo de tempo * taxa de amostragem

- Para sinais de dispositivos de comutação: Se você precisar capturar os sinais de comutação ao longo de metade do ciclo da rede elétrica (60 Hz), com uma taxa de variação de 50 ns (usando uma taxa de amostragem que corresponde a quatro vezes a largura de banda requerida), profundidade de memória = 8,333 ms * 21 MHz * 4 = 699972 pontos.

  Com os osciloscópios InfiniiVision 3000 série X, a taxa de amostragem é determinada pela configuração do intervalo de tempo. No caso acima, a taxa de amostragem no modo de Alta resolução para o intervalo de tempo de 8,333 ms é de 100 MSa/s; portanto, a profundidade de memória necessária é de 833300 pontos.

- Para sinais da linha CA de entrada: É necessário capturar alguns ciclos a fim de exibir a FFT no gráfico. Resolução do gráfico FFT = taxa de amostragem / tamanho dos dados. Os harmônicos esperados estão em múltiplos de 50/60 Hz.

  Como os sinais de entrada têm componentes de baixa frequência, uma alta taxa de amostragem faz-se desnecessária. Por exemplo, a especificação RTCA-DO-160E declara que uma taxa de amostragem de 100 kSa/s e superior seria suficiente. Para um sinal de 60 Hz, para capturar 10 ciclos, é necessário capturar uma duração de 83,33 ms.

  Os osciloscópios InfiniiVision 3000 série X definem a taxa de amostragem como 10 MSa/s para o intervalo de tempo acima. A profundidade de memória requerida é de 83330 pontos com uma resolução de FFT de 4,77 Hz.

### Requisitos de versão de software

**Tabela 1** Versão requerida do software do osciloscópio

| Família de osciloscópios | Versão do software requerida |
|---|---|
| InfiniiVision 3000 série X | 2.00 ou posteriores |

## Requisitos de ponta de prova


- "Ponta de prova de tensão" na página 11
- "Ponta de prova de corrente" na página 12
- "Realinhar a tensão e as pontas de prova de corrente" na página 13


### Ponta de prova de tensão

É possível usar as seguintes pontas de prova de tensão:

- Ponta de prova diferencial Keysight N2791A, 25 MHz, margem dinâmica de 700 V.
- Ponta de prova diferencial Keysight N2790A com interface de AutoProbe, 100 MHz, margem dinâmica de 1,4 kV.
- Ponta de prova diferencial Keysight N2792A, largura de banda de 200 MHz, margem dinâmica de 20 V.

- Ponta de prova diferencial Keysight N2793A, largura de banda de 800 MHz, margem dinâmica de 15 V.
- Ponta de prova diferencial de alta tensão Keysight N2891A, largura de banda de 70 MHz, margem dinâmica de 7 kV.
- Ponta de prova diferencial Keysight 1141A, largura de banda de 200 MHz, margem dinâmica de 400 V.
- Ponta de prova passiva 1:1 Keysight 10070D, largura de banda de 20 MHz, entrada máxima de 400 V (para medição do ruído de fontes de alimentação e de taxa de rejeição de fonte de alimentação).
- Ponta de prova passiva 1:1 Keysight N2870A; largura de banda de 35MHz, entrada máxima de 55 V (para medição do ruído de fontes de alimentação e de taxa de rejeição de fonte de alimentação).

Para obter informações sobre os requisitos de largura de banda de ponta de prova de tensão, consulte "Requisitos de largura de banda" na página 10.

A faixa de tensão da ponta da prova necessária depende dos sinais de entrada a serem medidos. Uma fonte de alimentação comutada CA-CC requer uma ponta de prova de alta tensão porque os sinais de comutação e de linha de entrada podem ir até 700 Vpp. Para uma fonte de alimentação comutada CC-CC, uma faixa de tensão de ponta de prova menor é suficiente, pois as amplitudes de sinais são muito menores.

Normalmente, uma ponta de prova passiva é utilizada para medir a saída CC e a resposta transiente.

## Ponta de prova de corrente

As seguintes pontas de prova de corrente Keysight CA/CC podem ser utilizadas:

- 1147A, largura de banda de 50 MHz, pico de 15A.
- N2893A, largura de banda de 100 MHz, pico de 30A.
- N2780A, largura de banda de 2 MHz, pico de 500A.
- N2781A, largura de banda de 10 MHz, pico de 150A.
- N2782A, largura de banda de 50 MHz, pico de 30A.
- N2783A, largura de banda de 100 MHz, pico de 30A.

Para obter informações sobre os requisitos de largura de banda de ponta de prova de corrente, consulte "Requisitos de largura de banda" na página 10.

## Realinhar a tensão e as pontas de prova de corrente

Para garantir medições precisas de perdas de potência, utilize o recurso de realinhamento U1880A para ajustar o alinhamento de quaisquer diferenças de tempo de retardo entre a ponta de prova de corrente e os caminhos do sinal da ponta de prova de tensão.

O procedimento de realinhamento de pontas de prova está descrito no Capítulo 2, “Introdução,” inicia na página 15.

**Tabela 2** Características do ambiente do recurso de realinhamento U1880A

| | |
|---|---|
| Temperatura | Em operação: –10 °C a +55 °C<br>Fora de operação: –20 °C a +60 °C |
| Umidade | Em operação: 95% UR a 40 °C por 24 horas<br>Fora de operação: 90% UR a 65 °C por 24 horas |
| Altitude | Em operação: a 4.570 m (15.000 pés)<br>Fora de operação: a 15.244 m (50.000 pés) |
| Uso interno | Classificado somente para uso em interiores |

# 1 Pré-requisitos

# 2 Introdução

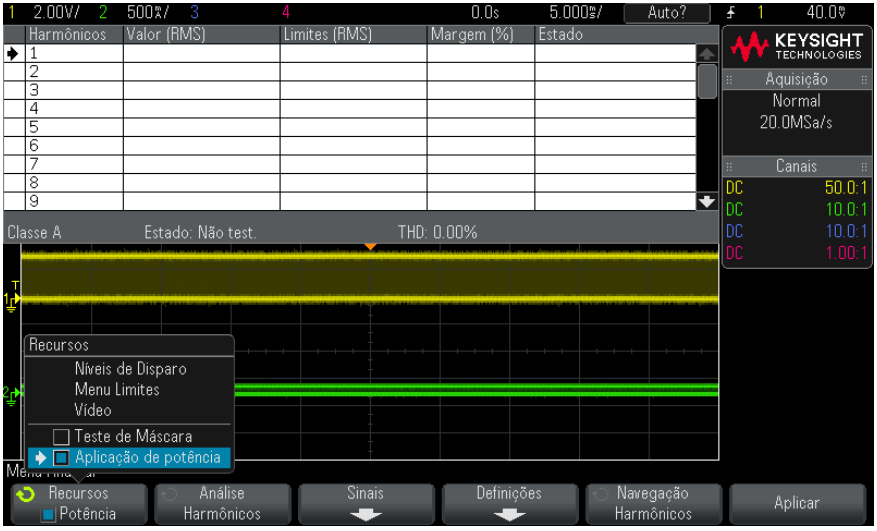
Etapa 1: Acesse o aplicativo de medição de alimentação / 15
Etapa 2: Realização de realinhamento de canais / 16
Etapa 3: Seleção do tipo de análise de alimentação / 19
Etapa 4: Conexões DUT e configuração de sinais / 20
Etapa 5: Alteração das configurações de análise (se disponível) / 22
Etapa 6: Aplicação da análise / 22
Etapa 7: Visualização dos resultados da análise / 23

Este capítulo fornece uma visão geral das etapas que devem ser seguidas ao se fazer medições de alimentação pela primeira vez.

## Etapa 1: Acesse o aplicativo de medição de alimentação

Para acessar o aplicativo de medição de alimentação no osciloscópio:

1. Pressione a softkey **[Analyze] Analisar** .
2. Pressione **Recursos**e, em seguida, selecione **Aplicativo de alimentação**.
3. Pressione **Recursos** novamente para habilitar as medições de alimentação.




**Próximo** · "Etapa 2: Realização de realinhamento de canais" na página 16

## Etapa 2: Realização de realinhamento de canais

Para fazer medições precisas de perda de alimentação, é preciso realizar o realinhamento de canais de tensão e corrente utilizando o recurso de realinhamento U1880A. O procedimento de realinhamento de canais calibra o retardo de tempo entre as pontas de prova de tensão e de corrente.

Inicialmente, é preciso realizar o procedimento de realinhamento uma vez. Quando houver mudanças em quaisquer partes da configuração de hardware (por exemplo, uma ponta de prova diferente, diferentes canais do osciloscópio, etc) ou quando a temperatura ambiente mudar, será preciso repetir o processo.

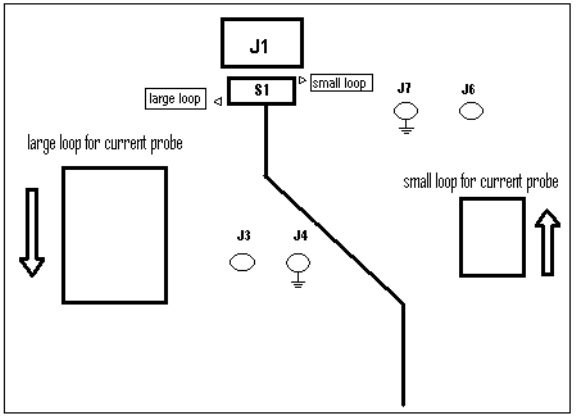
Para realizar o realinhamento de canal:

1. Primeiramente, desmagnetize e ajuste a zero a ponta de prova de corrente. Consulte a documentação da ponta de prova de corrente para mais instruções sobre como fazer isso.
2. Faça as conexões para o recurso de realinhamento U1880A:

| | Ciclo pequeno | Ciclo grande |
|---|---|---|
| **Para pontas de prova de corrente:** | ▪ 1147A (50 MHz, 15A)<br>▪ N2893A (10 MHz, 15A)<br>▪ N2782A (50 MHz, 30A)<br>▪ N2783A (100 MHz, 30A) | ▪ N2780A (2 MHz, 500A)<br>▪ N2781A (10 MHz, 150A) |
| **Conecte a ponta de prova diferencial de alta tensão a:** | ▪ J5 (conector de 2.54 mm)<br>▪ J6 e J7 (tipo jacaré) | ▪ J2 (conector de 2.54 mm)<br>▪ J3 e J4 (tipo jacaré) |

**a** Conecte D+ e D- da ponta de prova diferencial de alta tensão ao recurso de realinhamento.

**b** Conecte a ponta de prova de corre ao ciclo de corrente com a seta direcionada para o fluxo da corrente.




**c** Certifique-se de que a chave no recurso de realinhamento está definido no lado apropriado do recurso ("ciclo pequeno" ou "ciclo grande").

**d** Utilizando um cabo USB, conecte o recurso de realinhamento a uma porta USB em seu osciloscópio ou em um PC. A porta USB fornece energia para o recurso de realinhamento.

**3** No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione **Sinais**.

4 No menu Sinais do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Tensão** e então utilize o botão Entry para selecionar o canal analógico que está aplicando a ponta de prova no sinal de tensão.

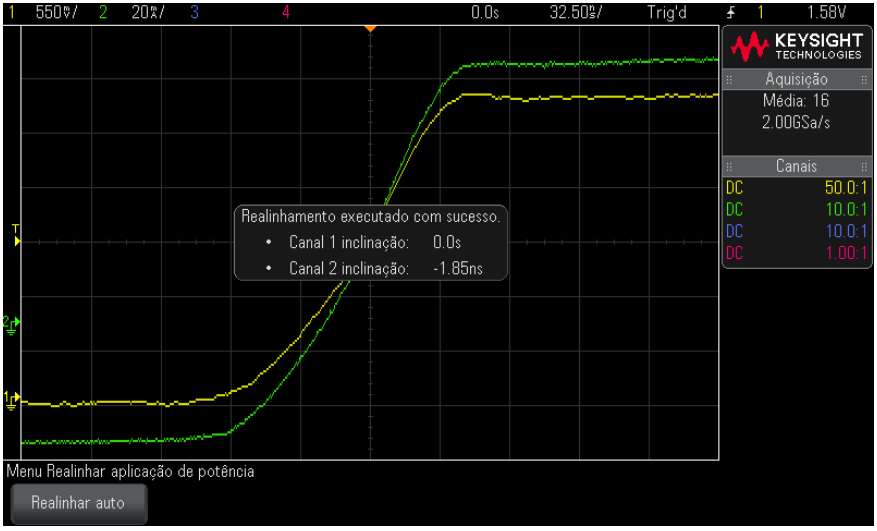
5 Pressione a softkey **Corrente** e então utilize o controle Entry para selecionar o canal analógico que está aplicando a ponta de prova no sinal de corrente.

6 Pressione a softkey **Realinhamento** .

7 No menu Realinhamento do Aplicativo de alimentação, pressione **Auto Realinhamento.**.

**NOTA** Sempre que possível, utilize a configuração de atenuação mais baixa nas pontas de prova diferenciais de alta tensão, pois os níveis de tensão no recurso de realinhamento são muito pequenos. A utilização de uma configuração de atenuação mais alta poderia gerar valores de alinhamento imprecisas (afetando as medições realizadas), considerando que o nível de ruído também é aumentado.

Quando o processo de realinhamento é concluído, é possível ver uma mensagem indicando se o realinhamento foi bem-sucedido e, em caso positivo, quais são as configurações utilizadas.




**8** Pressione a softkey Back Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

Os valores de realinhamento ficam salvos no osciloscópio até que se realize uma reconfiguração aos padrões de fábrica ou um apagamento seguro. Quando o Aplicativo de alimentação for executado novamente, será possível utilizar os valores de realinhamento salvos ou realizar novamente o realinhamento.

Normalmente, o realinhamento deverá ser executado novamente quando parte das configurações de teste sofrer alterações (por exemplo, uma ponta de prova ou um canal do osciloscópio diferentes, etc) ou quando a temperatura ambiente mudar.

**Consulte também**
- *"Guia do usuário do recurso de realinhamento U1880A"*.

**Próximo**
- "Etapa 3: Seleção do tipo de análise de alimentação" na página 19

## Etapa 3: Seleção do tipo de análise de alimentação

**1** No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Análise** ; em seguida, gire o controle Entry para selecionar o tipo de análise de alimentação.

Os seguintes tipos de análise de alimentação estão disponíveis:

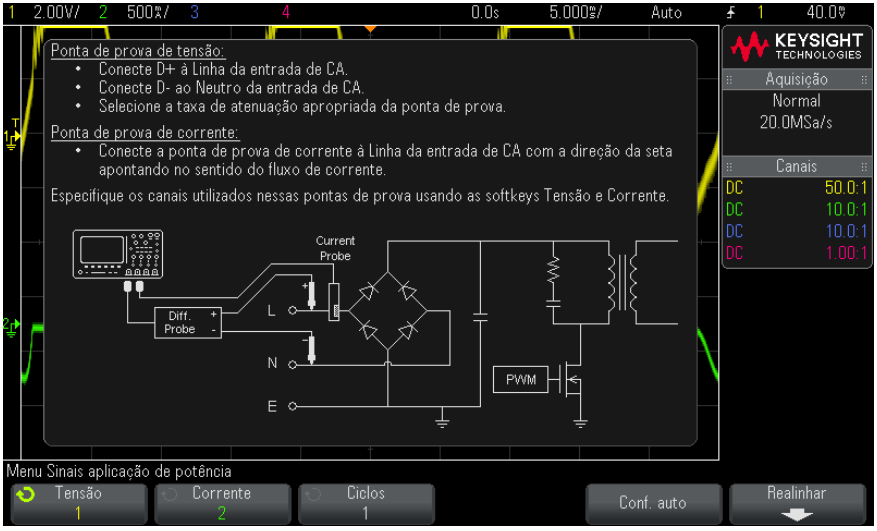
- Harmônicos de corrente
- Eficiência
- Corrente de entrada
- Modulação
- Qualidade da alimentação
- Perda de comutação
- Resposta transiente
- Ligar/Desligar
- Ondulação de saída
- PSRR (taxa de rejeição da fonte de alimentação)
- Taxa de variação

**Próximo** · "Etapa 4: Conexões DUT e configuração de sinais" na página 20

## Etapa 4: Conexões DUT e configuração de sinais

Para cada tipo de análise de alimentação, existe uma softkey **Sinais** e um menu para especificação dos canais do osciloscópios que estão sendo utilizados e para configuração de outras opções relacionadas.

1. No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .
2. No Menu Sinais do Aplicativo de alimentação, conecte as pontas de prova ao dispositivo sendo testado e ao osciloscópio, conforme mostrado no diagrama de conexão.


1 2.00V/ 2 500%/ 3 4 0.0s 5.000%/ Auto 1 40.0%
Ponta de prova de tensão:
• Conecte D+ à Linha da entrada de CA.
• Conecte D- ao Neutro da entrada de CA.
• Selecione a taxa de atenuação apropriada da ponta de prova.
Ponta de prova de corrente:
• Conecte a ponta de prova de corrente à Linha da entrada de CA com a direção da seta apontando no sentido do fluxo de corrente.
Especifique os canais utilizados nessas pontas de prova usando as softkeys Tensão e Corrente.
Current Probe
Diff. Probe
L
N
E
PWM
KEYSIGHT TECHNOLOGIES
Aquisição
Normal
20.0MSa/s
Canais
DC 50.0:1
DC 10.0:1
DC 10.0:1
DC 1.00:1
Menu Sinais aplicação de potência
Tensão 1
Corrente 2
Ciclos 1
Conf. auto
Realinhar

**3** No exemplo acima, as softkeys **Tensão** e **Corrente** e verifique se o canal analógico correto é selecionado.

**NOTA**

Certifique-se de selecionar o fator de atenuação correto utilizado para a ponta de prova de tensão..

O fator de atenuação multiplicado pela tensão de saída máxima da ponta de prova gera o sinal máximo de entrada. Por exemplo, a tensão de saída máxima da ponta de prova é ±7V; sendo assim, uma proporção de atenuação 100:1 gera um sinal máximo de entrada de ±700V.

**NOTA**

Certifique-se também de selecionar o fator de atenuação correto utilizado para a ponta de prova de corrente..

**4** Caso apareçam outras softkeys para a configuração das opções relacionadas, como a softkey **Ciclos** no exemplo acima, utilize-as para especificar as configurações apropriadas.

**5** Caso apareça, pressione a softkey **Conf. Auto** para fazer a escala automaticamente e posicionar os canais de tensão e corrente e, talvez, configurar o tempo/div.

6 Pressione a softkey Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

Próximo · "Etapa 5: Alteração das configurações de análise (se disponível)" na página 22

## Etapa 5: Alteração das configurações de análise (se disponível)

Se houver configurações disponíveis para o tipo de análise de alimentação escolhida, haverá uma softkey **Configurações** ou outras softkeys no menu principal do Aplicativo de alimentação. Para especificar as configurações de análises da alimentação:

1 No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Configurações** ou outras softkeys para fazer as configurações adequadas para o tipo de análise sendo realizada.

Por exemplo, o menu de configuração dos Harmônicos de corrente é como a seguir:

Para ver as descrições das configurações disponíveis para cada tipo de análise de alimentação, consulte o Capítulo 3, "Executar análise de alimentação," inicia na página 25.

2 Quando tiver terminado de alterar as configurações, volte ao menu principal do Aplicativo de alimentação (se for necessário, pressione a tecla Voltar/Subir).

Próximo · "Etapa 6: Aplicação da análise" na página 22

## Etapa 6: Aplicação da análise

Cada tipo de análise de alimentação oferece uma softkey **Aplicar** para iniciar o processo.

1 No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione **Aplicar**.

Próximo

- "Etapa 7: Visualização dos resultados da análise" na página 23

# Etapa 7: Visualização dos resultados da análise

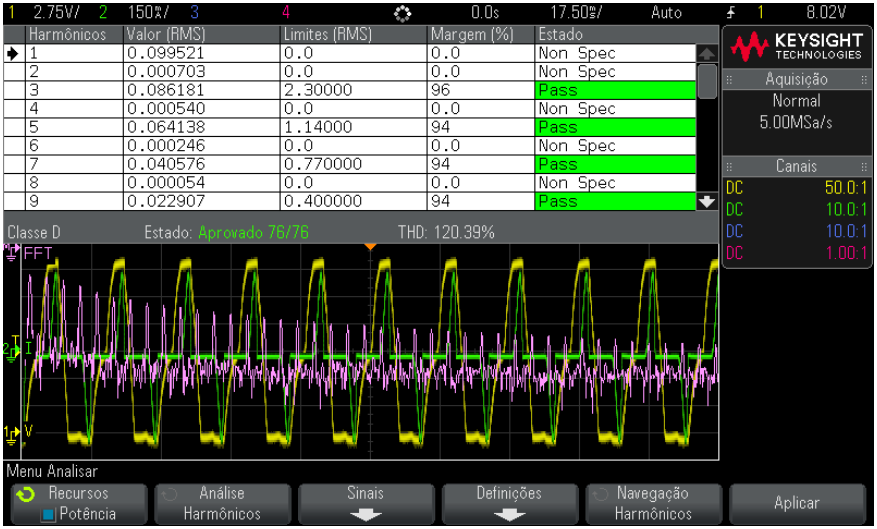
Quando uma análise de alimentação tiver sido concluída, é possível visualizar os resultados dos seguintes modos:

- Visualização dos resultados na tela
- Inclusão de medições de alimentação automáticas

**Visualização dos resultados de análise de alimentação na tela**

Os resultados da análise de alimentação são exibidos na tela do osciloscópio.

Por exemplo, abaixo está exibido o resultado da análise de Harmônicos de corrente:


1 2.75V/ 2 150%/ 3 4 0.0s 17.50%/ Auto 1 8.02V
Harmônicos | Valor (RMS) | Limites (RMS) | Margem (%) | Estado
1 | 0.099521 | 0.0 | 0.0 | Non Spec
2 | 0.000703 | 0.0 | 0.0 | Non Spec
3 | 0.086181 | 2.30000 | 96 | Pass
4 | 0.000540 | 0.0 | 0.0 | Non Spec
5 | 0.064138 | 1.14000 | 94 | Pass
6 | 0.000246 | 0.0 | 0.0 | Non Spec
7 | 0.040576 | 0.770000 | 94 | Pass
8 | 0.000054 | 0.0 | 0.0 | Non Spec
9 | 0.022907 | 0.400000 | 94 | Pass
KEYSIGHT TECHNOLOGIES
Aquisição
Normal
5.00MSa/s
Canais
DC 50.0:1
DC 10.0:1
DC 10.0:1
DC 1.00:1
Classe D
Estado: Aprovado 76/76
THD: 120.39%
FFT
Menu Analisar
Recursos
Potência
Análise Harmônicos
Sinais
Definições
Navegação Harmônicos
Aplicar

**Inclusão de medições de alimentação automáticas**

Assim como é possível incluir medições automáticas de tensão (pico a pico, máximo, mínimo, etc) e de tempo (frequência, período, tempo de subida, tempo de descida, etc), também é possível incluir medições de alimentação automáticas. Consulte o Capítulo 4, "Medições automáticas de potência," inicia na página 63.

**Consulte também**

Para saber mais sobre os tipos individuais de análises de alimentação, seus sinais de entrada, configurações e resultados, consulte:

- Capítulo 3, “Executar análise de alimentação,” inicia na página 25

# 3 Executar análise de alimentação

Harmônicos de corrente / 25
Eficiência / 31
Corrente de partida / 34
Modulação / 36
Qualidade da potência / 40
Perda de comutação / 44
Resposta transiente / 48
Ligar/Desligar / 51
Ondulação de saída / 54
PSRR (taxa de rejeição da fonte de alimentação) / 56
Taxa de variação / 59

Este capítulo descreve os tipos de análise de alimentação que podem ser realizados com o aplicativo de medição de alimentação, as conexões adequadas das pontas de provas ao dispositivo em teste, configuração de sinal, definições e resultados.

## Harmônicos de corrente

Fontes de alimentação comutadas drenam conjuntos de harmônicos da rede elétrica CA.

Limites-padrão são definidos para esses harmônicos porque estes podem voltar para a rede de fornecimento e causar problemas em outros dispositivos da rede.

Use a análise de Harmônicos de corrente para testar os harmônicos de corrente da fonte de alimentação comutada de acordo com o padrão de pré-conformidade IEC61000-3-2 (Classe A, B, C ou D). A análise apresenta até 40 harmônicos.

### Configuração de sinais

1 Com a análise de**Harmônicos de corrente** selecionada no menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .

2 Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

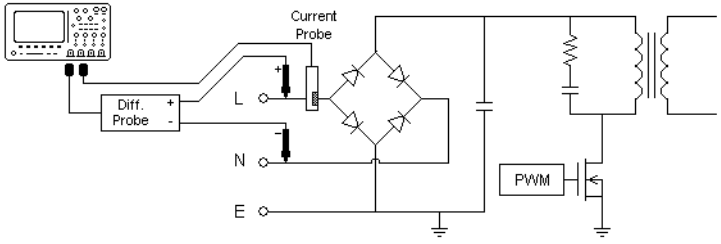



**Figura 2** Configuração típica para testes de análise de linha de entrada

**a** Conecte D+ da ponta de prova de tensão ao fio energizado da entrada CA.

**b** Conecte D- da ponta de prova de tensão ao fio energizado da entrada CA.

**c** Na ponta de prova de tensão, selecione a proporção adequada de atenuação.

**d** Conecte a ponta de prova de corrente ao fio energizado da entrada CA com a seta apontando para o fluxo da corrente.

**e** Conecte as pontas de prova de tensão e de corrente aos canais do osciloscópio desejados.

3 Pressione as softkeys**Tensão** e **Corrente** e certifique-se de que os canais analógicos apropriados estejam selecionados.

4 Certifique-se de que os fatores adequados de atenuação de ponta de prova estejam definidos no osciloscópio para as pontas de prova de tensão e corrente.

5 Pressione a softkey**Ciclos** softkey; em seguida, gire o controle Entry para selecionar o número desejado de ciclos a serem capturados em uma aquisição.

6 Pressione a softkey**Conf. Auto** para definir automaticamente a escala e a posição dos canais de tensão e corrente, além do valor tempo/div apropriado.

A janela Hanning FFT também é definida automaticamente (para que seja obtida a melhor resolução de frequência e o menor nível de vazamento de espectro). Se você optar por configurar sinais manualmente, é possível selecionar outras janelas de FFT para análise, como a janela Blackman-Harris(para vazamento mínimo de espectro) ou a janela Hamming (para melhor resolução de frequência e vazamento moderado de espectro).

7 Pressione a tecla Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

Configurações

1 No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Configurações** .

2 No menu Harmônicos de corrente do Aplicativo de alimentação, defina as configurações apropriadas.

**Tabela 3** Configurações de análise de harmônicos de corrente

| Configuração | Descrição |
|---|---|
| **Frequência de linha** | Insira a frequência de linha. |

**Tabela 3** Configurações de análise de harmônicos de corrente (continued)

| Configuração | Descrição |
|---|---|
| **Padrão de harmônicos de corrente** | Selecione o padrão para realizar testes de conformidade nos harmônicos de corrente.<br>▪ IEC 61000-3-2 Classe A – para equipamentos trifásicos equilibrados, aparelhos domésticos (exceto equipamentos com identificação Classe D), ferramentas que não sejam portáteis, controles de intensidade de lâmpadas incandescentes e equipamentos de som.<br>▪ IEC 61000-3-2 Classe B – para ferramentas portáteis.<br>▪ IEC 61000-3-2 Classe C – para equipamentos de iluminação. A Classe C requer um cálculo de fator de potência que é realizado quando a softkey**Aplicar** (no menu principal do Aplicativo de alimentação) é pressionada. Por isso, é possível selecionar a Classe C somente quando o Aplicativo de alimentação está desativado, forçando o pressionamento (mais uma vez) de**Aplicar** para realizar a análise.<br>▪ IEC 61000-3-2 Classe D – para equipamentos com uma potência especificada menor ou igual a 600 W e que sejam dos seguintes tipos: computadores pessoais e monitores para computadores pessoais, receptores de televisão. |
| **Exibição** | Escolha como os harmônicos serão exibidos:<br>▪ Tabela.<br>▪ Gráfico de barras.<br>▪ Desativado – Os resultados da medição dos harmônicos não são exibidos. |

Após a conclusão da análise, é possível retornar ao menu de configurações para alterar o tipo de exibição e, se os resultados forem mostrados em forma de gráfico de barras ou tabela, pressione a softkey**Percorrer harmônicos** e use o controle Entry para navegar pelos resultados da análise de harmônicos de corrente.

**3** Após concluir as alterações nas configurações, pressione Back Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

Resultados da análise

Para fazer a análise, pressione**Aplicar** no menu principal do Aplicativo de alimentação.

Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.

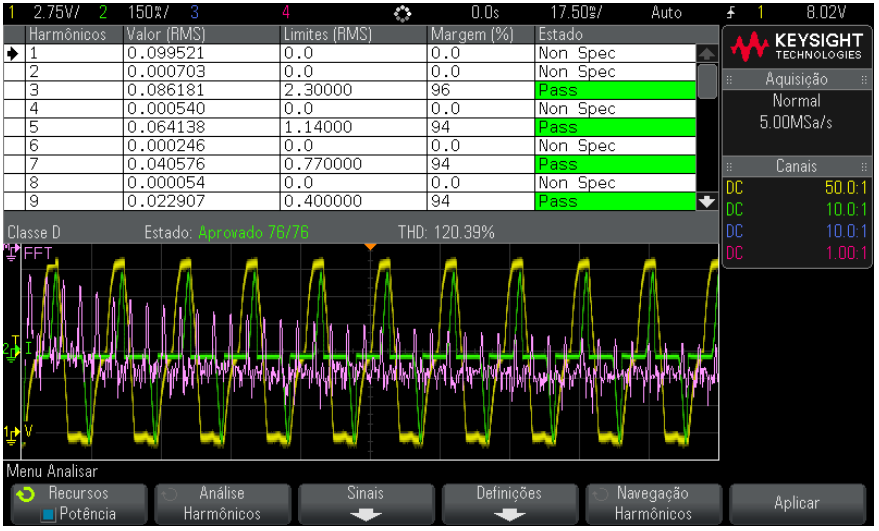

1 2.75V/ 2 150%/ 3 4 0.0s 17.50%/ Auto 1 8.02V
Harmônicos | Valor (RMS) | Limites (RMS) | Margem (%) | Estado
1 | 0.099521 | 0.0 | 0.0 | Non Spec
2 | 0.000703 | 0.0 | 0.0 | Non Spec
3 | 0.086181 | 2.30000 | 96 | Pass
4 | 0.000540 | 0.0 | 0.0 | Non Spec
5 | 0.064138 | 1.14000 | 94 | Pass
6 | 0.000246 | 0.0 | 0.0 | Non Spec
7 | 0.040576 | 0.770000 | 94 | Pass
8 | 0.000054 | 0.0 | 0.0 | Non Spec
9 | 0.022907 | 0.400000 | 94 | Pass
KEYSIGHT TECHNOLOGIES
Aquisição
Normal
5.00MSa/s
Canais
DC 50.0:1
DC 10.0:1
DC 10.0:1
DC 1.00:1
Classe D
Estado: Aprovado 76/76
THD: 120.39%
FFT
Menu Analisar
Recursos
Potência
Análise Harmônicos
Sinais
Definições
Navegação Harmônicos
Aplicar

**Tabela 4** Resultados do teste de harmônicos de corrente

| | |
|---|---|
| forma de onda da FFT | Mostra os componentes de frequência na corrente de entrada. A FFT é calculada usando-se a janela Hanning. |
| Harmônica, Valor real (RMS), Limite (RMS), Margem, Status | Para os primeiros 40 harmônicos, estes valores serão exibidos:<br>▪ Valor real (RMS) – o valor medido nas unidades especificadas pelo parâmetro Unidade dos harmônicos.<br>▪ Limite (RMS) – o limite especificado pelo parâmetro Padrão dos harmônicos de corrente selecionado.<br>▪ Margem (RMS) – a margem especificada pelo parâmetro Padrão dos harmônicos de corrente selecionado.<br>▪ Status – independentemente de o valor passar ou falhar, de acordo com o Padrão dos harmônicos de corrente selecionado. As linhas na tabela ou as barras no gráfico são identificadas pela cor de acordo com os valores que passam/falham. Os resultados marginais são maiores do que 85% do limite, porém menores do que 100% do limite. |

**Tabela 4** Resultados do teste de harmônicos de corrente (continued)

| | |
|---|---|
| THD (distorção harmônica total) | $THD = 100 \times \frac{\sqrt{X_2^2 + X_3^2 + X_n^2 + \ldots}}{X_1}$<br><br>Em que:<br>▪ $X_n$ = tensão ou corrente de cada harmônico<br>▪ $X_1$ = valor de tensão ou corrente fundamental |

### Salvar resultados do teste de harmônicos

Para salvar os resultados do teste de harmônicos de corrente em um dispositivo de armazenamento USB

1. Pressione a tecla**[Save/Recall] Salvar/Recuperar** .
2. No menu Salvar/Recuperar, pressione a softkey**Salvar** .
3. No menu Salvar, pressione a softkey**Formato** e gire o controle Entry para selecionar**Dados de harmônicos de potência (*.csv)**.
4. Pressione a softkey na segunda posição e use o controle Entry para navegar até o local de gravação. Consulte o *Guia do usuário* do osciloscópio para obter informações sobre como navegar pelos locais de armazenamento.
5. Para terminar, pressione a softkey**Pressione para salvar** .

   Uma mensagem indicando se a gravação foi bem-sucedida será exibida.

### Medições automáticas

É possível adicionar essas medições automáticas relevantes usando-se a tecla **[Meas] Medição** e o menu.

Medições do Aplicativo de alimentação automática:

- "Potência aparente" na página 64
- "Fator de crista" na página 65

Medições de tensão automáticas (consulte o *Guia do usuário* do osciloscópio para obter mais informações):

- CA - RMS

# Eficiência

A análise de eficiência testa a eficiência geral da fonte de alimentação medindo a potência de saída em relação à potência de entrada. Essa análise requer um osciloscópio de 4 canais porque estão sendo medidas a tensão de entrada, a corrente de entrada, a tensão de saída e a corrente de saída.

**Configuração de sinais**

1. Com a análise de**Eficiência** selecionada no menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .
2. Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

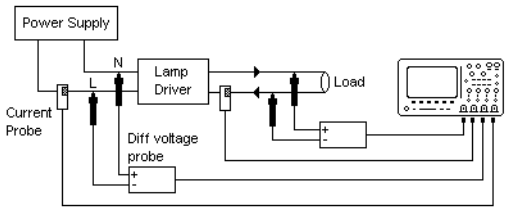



**Figura 3** Configuração típica para testes de análise de eficiência

**a** Conecte D+ da ponta de prova de tensão de entrada ao fio energizado da entrada CA.

**b** Conecte D- da ponta de prova de tensão ao fio energizado da entrada CA.

**c** Na ponta de prova de tensão de entrada, selecione a proporção de atenuação apropriada.

**d** Conecte a ponta de prova de corrente de entrada ao fio energizado da entrada CA com a seta apontando para o fluxo da corrente.

**e** Conecte D+ da ponta de prova de tensão de saída ao caminho de entrada da carga.

**f** Conecte D- da ponta de prova de tensão de saída ao caminho de retorno da carga.

**g** Na ponta de prova de tensão de saída, selecione a proporção de atenuação adequada.

**h** Conecte a ponta de prova de corrente de saída ao caminho de entrada da carga com a seta apontando para o fluxo da corrente.

**i** Conecte as pontas de prova de tensão e de corrente aos canais de entrada do osciloscópio.

**3** Pressione a tecla **Entrada V**, **Entrada I**, **Saída V**e **Saída I** e certifique-se de que os canais analógicos apropriados estejam selecionados.

4 Certifique-se de que os fatores adequados de atenuação de ponta de prova estejam definidos no osciloscópio para as pontas de prova de tensão e corrente.

5 Pressione a tecla **Duração** softkey; em seguida, gire o controle Entry para selecionar o tempo de captura dos sinais. Isso define a escala e tempo do osciloscópio.

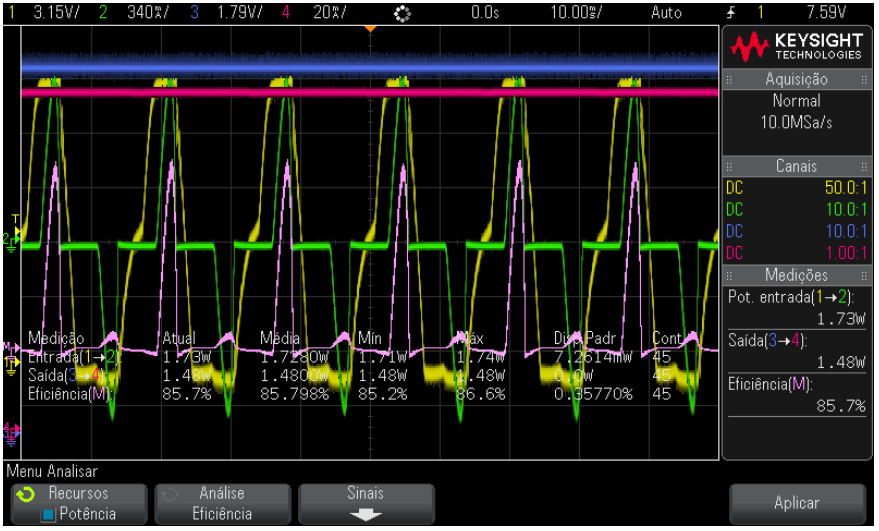
6 Pressione a tecla **Conf. Auto** para automaticamente ajustar a escala vertical e a posição dos canais de tensão e de corrente.

7 Pressione a tecla Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

**Resultados da análise**

Para fazer a análise, pressione **Aplicar** no menu principal do Aplicativo de alimentação.

Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.




As formas de onda de tensão de entrada, corrente de entrada, tensão de saída e corrente de saída são exibidas, assim como a forma de onda da alimentação de entrada (multiplicação matemática de forma de onda da corrente e tensão de entrada). As estatísticas e as medições de potência automáticas também são exibidas:

- "Potência de entrada" na página 65

- "Potência de saída" na página 66
- "Eficiência" na página 66

**Medições automáticas**

É possível adicionar essas medições automáticas relevantes usando-se a tecla **[Meas] Medição** e o menu.

Medições do Aplicativo de alimentação automática:

- "Potência real" na página 64
- "Potência aparente" na página 64
- "Potência reativa" na página 64
- "Fator de potência" na página 63
- "Ângulo de fase" na página 65

Medições de tensão automáticas (consulte o *Guia do usuário* do osciloscópio para obter mais informações):

- CA - RMS
- CC - RMS
- Máximo
- Mínima
- Pico a Pico

Medições automáticas de tempo (consulte o *Guia do Usuário* do osciloscópio para obter mais informações):

- Frequência
- Fase

## Corrente de partida

A análise de corrente de partida mede a corrente de partida de pico da fonte de alimentação assim que esta é ligada pela primeira vez.

**Configuração de sinais**

1. Com a análise de**Partida** selecionada no menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .
2. Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

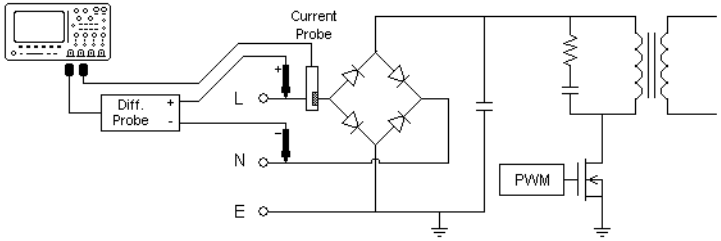



**Figura 4** Configuração típica para testes de análise de corrente de partida

**a** Conecte D+ da ponta de prova de tensão ao fio energizado da entrada CA.

**b** Conecte D- da ponta de prova de tensão ao fio energizado da entrada CA.

**c** Na ponta de prova de tensão, selecione a proporção adequada de atenuação.

**d** Conecte a ponta de prova de corrente ao fio energizado da entrada CA com a seta apontando para o fluxo da corrente.

**e** Conecte as pontas de prova de tensão e de corrente aos canais de entrada do osciloscópio.

**3** Pressione as softkeys**Tensão** e **Corrente** e certifique-se de que os canais analógicos apropriados estejam selecionados.

**4** Certifique-se de que os fatores adequados de atenuação de ponta de prova estejam definidos no osciloscópio para as pontas de prova de tensão e corrente.

**5** Pressione a softkey**Esperada** softkey; em seguida, gire o botão Entry para especificar a amplitude da corrente de partida esperada. Isso define a escala vertical da corrente da ponta de prova do canal.

**6** Pressione a softkey**Vin máx** ; em seguida, gire o controle Entry para selecionar a tensão de entrada máxima. Isso define a escala vertical da tensão da ponta de prova do canal.

**7** Pressione a softkey Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

**Resultados da análise**

Para fazer a análise, pressione**Aplicar** no menu principal do Aplicativo de alimentação.

Siga as instruções exibidas na tela. Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.

As formas de onda de tensão e corrente são exibidas. Além disso, estas medições de alimentação automáticas são exibidas:

- "Corrente de pico" na página 67

## Modulação

A análise de modulação mede o sinal de pulso original para um dispositivo de comutação (MOSFET) e observa a tendência da largura do pulso, o ciclo de serviço, o período, a frequência etc. do sinal de pulso de controle em resposta a eventos diferentes.

Configuração de sinais

1 Com a análise de **Modulação** selecionada no menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .

2 Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

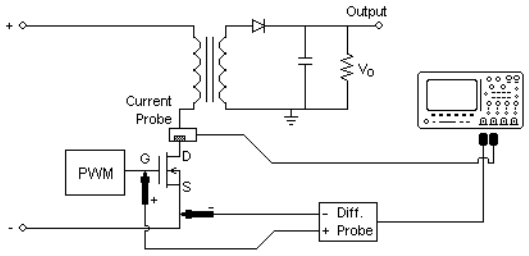



**Figura 5** Conexão de modo contínuo para testes de análise de modulação

**a** Conecte D+ da ponta de prova de tensão ao gate do MOSFET.

**b** Conecte D- da ponta de prova de tensão à fonte do MOSFET.

**c** Na ponta de prova de tensão, selecione a proporção adequada de atenuação.

**d** Conecte a ponta de prova de corrente ao dreno do MOSFET.

**e** Conecte as pontas de tensão e de corrente aos canais de entrada do osciloscópio.

3 Pressione a softkey **Tensão** e **Corrente** e certifique-se de que os canais analógicos apropriados estejam selecionados.

4 Certifique-se de que os fatores adequados de atenuação de ponta de prova estejam definidos no osciloscópio para as pontas de prova de tensão e corrente.

5 Pressione a softkey **Duração** softkey; em seguida, gire o controle Entry para selecionar o tempo de captura dos sinais. Isso define a escala e tempo do osciloscópio.

6 Pressione a softkey **Conf. Auto** para automaticamente ajustar a escala vertical e a posição dos canais de tensão e de corrente.

7 Ajuste o nível de disparo para capturar formas de onda no mesmo lugar em cada ciclo (em outras palavras, estabilize a exibição da forma de onda.

8 Pressione a softkey Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

**Configurações**

1 No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Fonte X** ; em seguida, gire o controle Entry (entrada) para selecionar Tensão ou Corrente como a fonte para a análise de modulação.

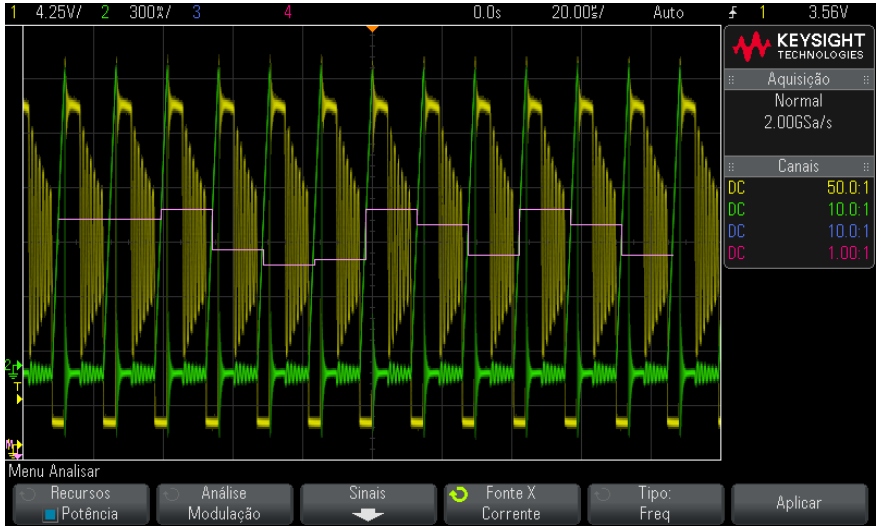
2 Pressione a softkey **Tipo:** ; depois, gire o botão Entry para selecionar o tipo de medição a ser feito na análise de modulação:

- Média
- RMS - CA
- Proporção
- Período
- Frequência
- +Largura
- -Largura
- Ciclo de serviço
- Tempo de subida
- Tempo de descida

**Resultados da análise**

Para fazer a análise, pressione **Aplicar** no menu principal do Aplicativo de alimentação.

Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.




A visualização da forma de onda matemática de Tendência de medição é usada para exibir a variação de medição de cada ciclo das formas de onda de modulação.

**Medições automáticas**

É possível adicionar essas medições automáticas relevantes usando-se a tecla **[Meas] Medição** e o menu.

Medições de tensão automáticas (consulte o *Guia do usuário* do osciloscópio para obter mais informações):

- Média
- CA - RMS
- Proporção

Medições automáticas de tempo (consulte o *Guia do Usuário* do osciloscópio para obter mais informações):

- Período
- Frequência
- +Largura
- -Largura
- Ciclo de serviço
- Tempo de subida

- Tempo de descida

## Qualidade da potência

A análise de Qualidade da potência mostra a qualidade da linha de entrada CA.

Uma parte da corrente CA pode voltar a fluir para dentro e para fora da carga sem fornecer energia. Essa corrente, chamada de corrente reativa ou harmônica, aumenta uma potência "aparente", que é maior do que a potência real consumida. A qualidade da potência é avaliada por estas medições: fator de potência, potência aparente, potência real, potência reativa, fator de crista e ângulo de fase da corrente e da tensão da linha CA.

**Configuração de sinais**

1. Com a análise de **Qualidade da potência** selecionada no menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .
2. Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

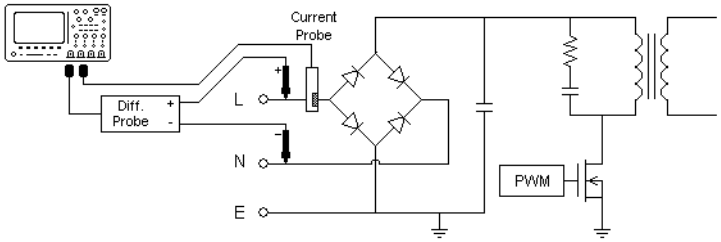



**Figura 6** Configuração típica para testes de análise de linha de entrada

**a** Conecte D+ da ponta de prova de tensão ao fio energizado da entrada CA.

**b** Conecte D- da ponta de prova de tensão ao fio energizado da entrada CA.

**c** Na ponta de prova de tensão, selecione a proporção adequada de atenuação.

**d** Conecte a ponta de prova de corrente ao fio energizado da entrada CA com a seta apontando para o fluxo da corrente.

**e** Conecte as pontas de prova de tensão e de corrente aos canais de entrada do osciloscópio.

**3** Pressione a softkey **Tensão** e **Corrente** e verifique se o canal analógico correto é selecionado.

**4** Certifique-se de que os fatores adequados de atenuação de ponta de prova estejam definidos no osciloscópio para as pontas de prova de tensão e corrente.

**5** Pressione a softkey **Ciclos** softkey; em seguida, gire o controle Entry para selecionar o número desejado de ciclos a serem capturados em uma aquisição.

**6** Pressione a softkey **Conf. Auto** para automaticamente ajustar a escala vertical e a posição dos canais de tensão e de corrente.

A forma de onda de alimentação também é exibida, que é o operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão e corrente.

**7** Pressione a softkey Back Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

**Configurações**

**1** No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Tipo:** ; depois, gire o botão Entry para selecionar o tipo de medição a ser feito na análise de qualidade da potência:

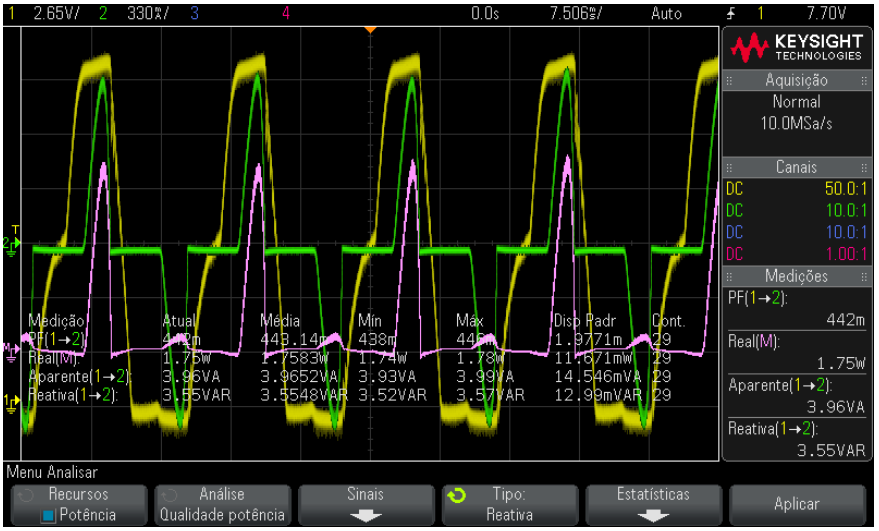
- Fator de potência – Proporção entre potência real e potência aparente.
- Potência real – A porção de fluxo de potência que, com base em uma média de ciclo completo da forma de onda CA, resulta em transferência líquida de energia em uma direção.
- Potência aparente – A porção de fluxo de potência devido à energia armazenada, que retorna para a fonte em cada ciclo.
- Potência reativa – A diferença entre potência aparente e potência real devido à reatância.
- Fator de crista — Fator de crista é a proporção entre a corrente/tensão de pico instantânea solicitada pela carga e a corrente/tensão RMS (RMS significa Root Mean Square, que é um tipo de média).

- Ângulo de fase – No *triângulo de potência* (o triângulo à direita em que apparent_power$^2$ = real_power$^2$ + reactive_power$^2$), o ângulo de fase é o ângulo entre a potência aparente e a potência real, indicando a quantidade de energia reativa.

**Resultados da análise**

Para fazer a análise, pressione **Aplicar** no menu principal do Aplicativo de alimentação.

Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.




As formas de onda de tensão e corrente são exibidas, assim como a forma de onda da potência de entrada (operador matemático de multiplicação das formas de onda da tensão e da corrente). Também são exibidas as medições de qualidade da potência que você selecionou e aplicou:

- "Fator de potência" na página 63
- "Potência real" na página 64
- "Potência aparente" na página 64
- "Potência reativa" na página 64
- "Fator de crista" na página 65
- "Ângulo de fase" na página 65

As medições de qualidade da potência são calculadas com o uso das forma de onda de tensão e corrente em relação ao número de ciclos especificado.

**Medições automáticas**

É possível adicionar essas medições automáticas relevantes usando-se a tecla **[Meas] Medição** e o menu.

Medições de tensão automáticas (consulte o *Guia do usuário* do osciloscópio para obter mais informações):

- CA - RMS

## Perda de comutação

A análise de Perda de comutação calcula a potência dissipada nos ciclos de comutação no dispositivo de comutação. As perdas de potência típicas incluem:

- Perdas de comutação que ocorrem durante a comutação de Vds e Id.
- Perdas de condução que ocorrem quando o dispositivo de comutação (MOSFET) está ativo.

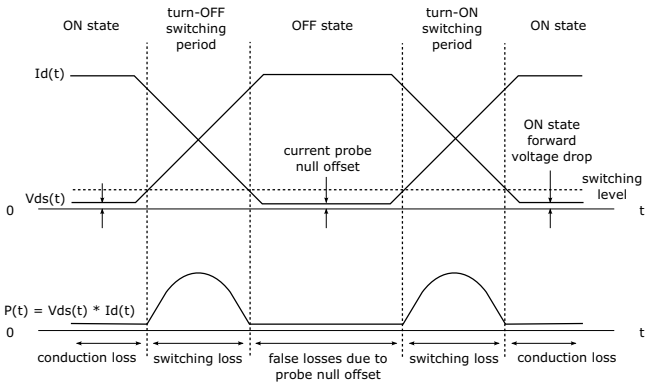



**Figura 7** Ocorrência de perda no dispositivo de potência

Os engenheiros de projeto usam essas informações para aumentar a eficiência de conversão de potência da fonte de alimentação.

A perda de comutação é também usada para quantificar a perda de potência transferida para o dissipador de calor do dispositivo de potência.

Configuração de sinais

1 Com a análise de **Perda de comutação** selecionada no menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .

2 Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

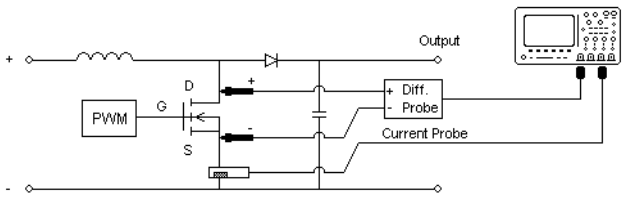



**Figura 8** Configuração típica para testes de análise de dispositivo de potência

**a** Conecte D+ da ponta de prova de tensão à fonte do MOSFET.

**b** Conecte D- da ponta de prova de tensão ao dreno do MOSFET.

**c** Na ponta de prova de tensão, selecione a proporção adequada de atenuação.

**d** Conecte a ponta de prova de corrente ao dreno do MOSFET com a direção da seta apontando na direção do fluxo da corrente.

**e** Conecte as pontas de prova de tensão e de corrente aos canais de entrada do osciloscópio.

3 Pressione a softkey **Tensão** e **Corrente** e verifique se o canal analógico correto é selecionado.

4 Certifique-se de que os fatores adequados de atenuação de ponta de prova estejam definidos no osciloscópio para as pontas de prova de tensão e corrente.

5 Pressione a softkey **Conf. Auto** para automaticamente ajustar a escala vertical e a posição dos canais de tensão e de corrente.

6 Pressione a softkey Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

Configurações

1 No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Configurações** .

2 No menu Perda de comutação do Aplicativo de alimentação, faça as configurações apropriadas.

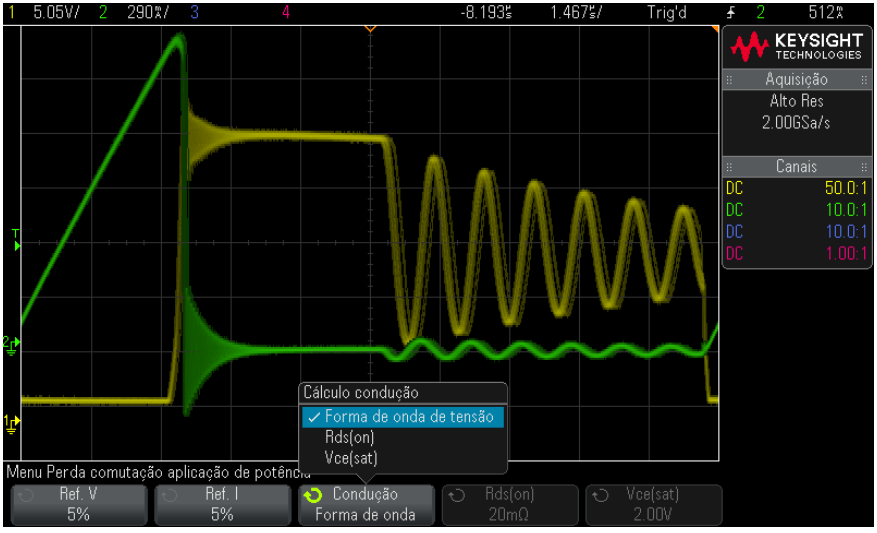



**Tabela 5** Configurações de análise de perda de comutação

| Configuração | Descrição |
|---|---|
| **V Ref** | Informe o nível de comutação das bordas de comutação. O valor está na porcentagem da tensão de comutação máxima.<br>Você pode ajustar esse valor para ignorar os pisos de ruído.<br>Esse valor especifica o limite usado para determinar as bordas de comutação. |

**Tabela 5** Configurações de análise de perda de comutação (continued)

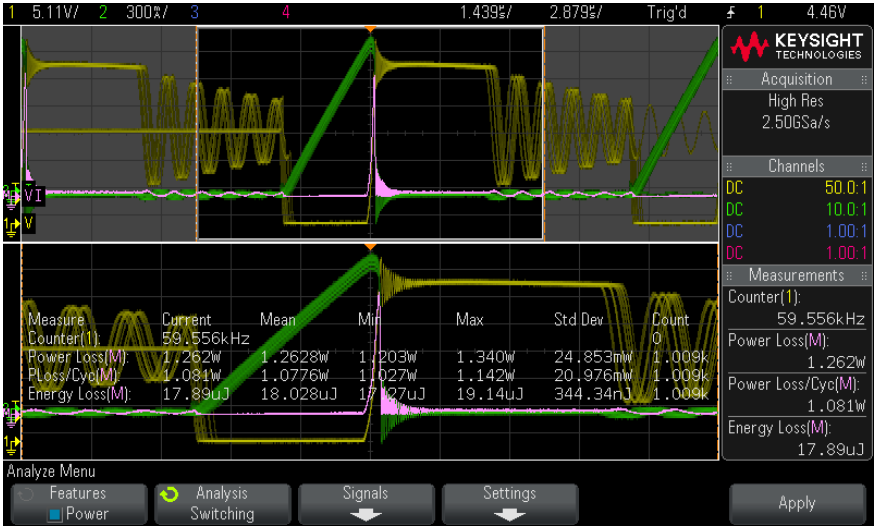
| Configuração | Descrição |
|---|---|
| **I Ref** | Informe o nível de comutação do início das bordas de comutação. O valor está na porcentagem da corrente de comutação máxima.<br>Você pode ajustar esse valor para ignorar os pisos de ruído ou a compensação nula difíceis de eliminar nas pontas de prova de corrente. Esse valor especifica o limite usado para determinar as bordas de comutação. |
| **Condução** | Escolha como calcular a condução:<br>▪ Forma de onda de tensão – A forma de onda de potência usa os dados originais, e o cálculo é: P = V x I<br>▪ Rds(on) – A forma de onda de potência inclui a correção de erro:<br>▪ Na zona ativa (onde o nível de tensão fica abaixo de V Ref) – o cálculo de potência é: P = Id2 x Rds(on)<br>Especifique **Rds(on)** usando a softkey adicional.<br>▪ Na zona inativa (onde o nível de corrente fica abaixo de I Ref) – o cálculo de potência é: P = 0 Watt.<br>▪ Vce(sat) – A forma de onda de potência inclui a correção de erro<br>▪ Na zona ativa (onde o nível de tensão fica abaixo de V Ref) – o cálculo de potência é: P = Vce(sat) x Ic<br>Especifique **Vce(sat)** usando a softkey adicional.<br>▪ Na zona inativa (onde o nível de corrente fica abaixo de I Ref) – o cálculo de potência é: P = 0 Watt. |

**3** Após concluir as alterações nas configurações, pressione Back Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

### Resultados da análise

Para fazer a análise, pressione **Aplicar** no menu principal do Aplicativo de alimentação.

Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.




As formas de onda de tensão e corrente são exibidas, assim como a forma de onda da potência (operador matemático de multiplicação das formas de onda da tensão e da corrente). As estatísticas e as medições de potência automáticas também são exibidas:

- "Perda de potência" na página 68
- "Perda potência/cic" na página 68
- "Perda de energia" na página 68

**Medições automáticas**

É possível adicionar essas medições automáticas relevantes usando-se a tecla **[Meas] Medição** e o menu.

Medições automáticas de tempo (consulte o *Guia do Usuário* do osciloscópio para obter mais informações):

- Frequência

## Resposta transiente

A análise de resposta transiente determina com que rapidez a tensão de saída da fonte de alimentação responde a uma mudança na carga de saída. Esse tempo vai desde quando a tensão de saída sai primeiro da banda de configuração até quando ela entra por último na banda de estabilização.

Configuração de sinais

1 Com a análise de **Resposta transiente** selecionada no menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .

2 Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

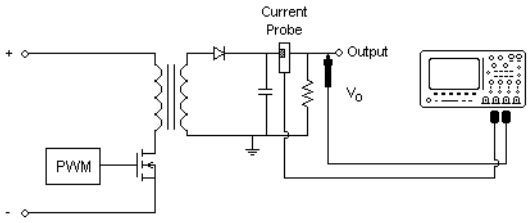



**Figura 9** Configuração típica para resposta transiente de saída de potência

**a** Conecte a ponta de prova de tensão (passiva ou diferencial) à saída CC da fonte de alimentação.

**b** Conecte a ponta de tensão a um canal de entrada do osciloscópio.

**c** Conecte a ponta de prova à carga de saída da fonte de alimentação.

A alteração na corrente de carga será usada para disparar o osciloscópio para capturar os transientes.

**d** Conecte a ponta de corrente a um canal de entrada do osciloscópio.

3 Pressione a softkey **Tensão** e **Corrente** e verifique se o canal analógico correto é selecionado.

4 Certifique-se de que os fatores adequados de atenuação de ponta de prova estejam definidos no osciloscópio para as pontas de prova de tensão e corrente.

5 Pressione a softkey **Duração** softkey; em seguida, gire o controle Entry para selecionar a escala de tempo da medição.

6 Pressione a softkey **Overshoot** softkey; em seguida, gire o controle Entry para especificar o overshoot percentual da tensão de saída.

Esse valor será usado para determinar o valor da banda de estabilização para a resposta transiente e ajustar a escala vertical do osciloscópio.

7 Pressione a softkey **Vout estável** softkey; em seguida, gire o controle Entry para especificar a tensão de saída CC de estado estável da fonte de alimentação.

Esse valor é usado junto com a porcentagem de overshoot para especificar a banda de estabilização para a resposta transiente e ajustar a escala vertical do osciloscópio.

8 Pressione a softkey Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

Configurações

1 No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Configurações** .

2 No menu Transiente do Aplicativo de alimentação, faça as configurações apropriadas.

**Tabela 6** Configurações de análise de resposta transiente

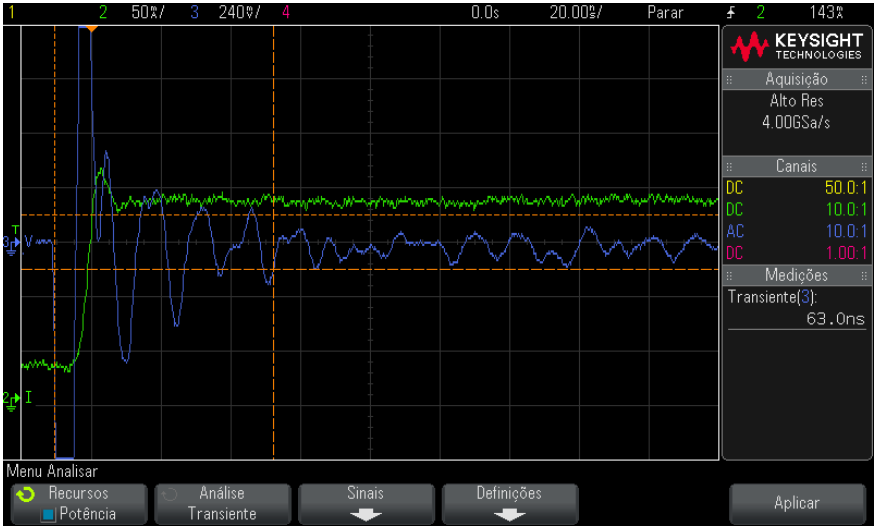
| Configuração | Descrição |
|---|---|
| **I Inicial** | Insira o valor da corrente de carga inicial. A corrente de carga inicial será usada como referência e para disparar o osciloscópio. |
| **I nova** | Insira o valor da corrente de carga nova. A corrente de carga nova será usada como referência e para disparar o osciloscópio. |

3 Após concluir as alterações nas configurações, pressione Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

Resultados da análise

Para fazer a análise, pressione **Aplicar** no menu principal do Aplicativo de alimentação.

Siga as instruções apresentadas na tela. Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.




As formas de onda de tensão e corrente são exibidas. Há marcas de datas e horas iniciais e finais que marcam a área medida. Além disso, estas medições de alimentação automáticas são exibidas:

- "Transiente" na página 67

## Ligar/Desligar

A análise de Ligar determina com que rapidez uma fonte de alimentação ligada alcança 90% de sua saída de estado estável.

A análise de Desligar determina com que rapidez uma fonte de alimentação desligada reduz sua tensão de saída a 10% da máxima.

**Configuração de sinais**

1. Com a análise de **Ligar/Desligar** selecionada no menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .
2. Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

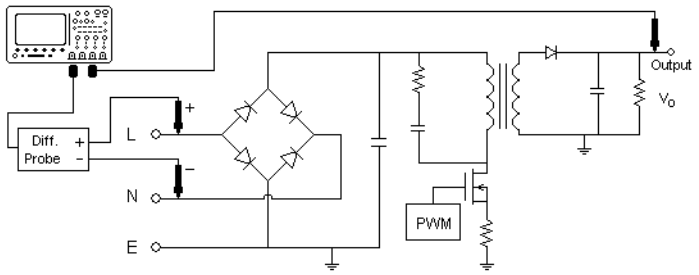



**Figura 10** Configuração típica para testes de análise de Ligar/Desligar

**a** Conecte D+ da ponta de prova de tensão de entrada ao fio energizado da entrada CA.

**b** Conecte D- da ponta de prova de tensão de entrada ao fio neutro da entrada CA.

**c** Na ponta de prova de tensão de entrada, selecione a proporção de atenuação apropriada.

**d** Conecte a ponta de prova de tensão de saída (passiva ou diferencial) à saída CC da fonte de alimentação.

**e** Conecte as pontas de tensão aos canais de entrada do osciloscópio.

**3** Pressione a softkey **Entrada V** e **Saída V** e certifique-se de que os canais analógicos apropriados estejam selecionados.

**4** Verifique se os fatores de atenuação da ponta de prova corretos estão definidos no osciloscópio para as pontas de prova de tensão.

**5** Pressione a softkey **Duração** softkey; em seguida, gire o controle Entry para selecionar a escala de tempo da medição.

**6** Pressione a softkey **Vin máx** softkey; em seguida, gire o controle Entry para especificar a tensão máxima de entrada.

Insira a amplitude de tensão de origem máxima (pico-a-pico). A tensão de origem será usada para disparar o osciloscópio no teste de "Tempo de ativação".

Esse valor é usado para ajustar a escala vertical do canal que testa a tensão de entrada do osciloscópio.

**7** Pressione a softkey **Vout estável** softkey; em seguida, gire o controle Entry para especificar a tensão de saída CC de estado estável da fonte de alimentação.

Esse valor é usado para ajustar a escala vertical do canal que testa a tensão de saída do osciloscópio.

**8** Pressione a softkey Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

**Configurações**

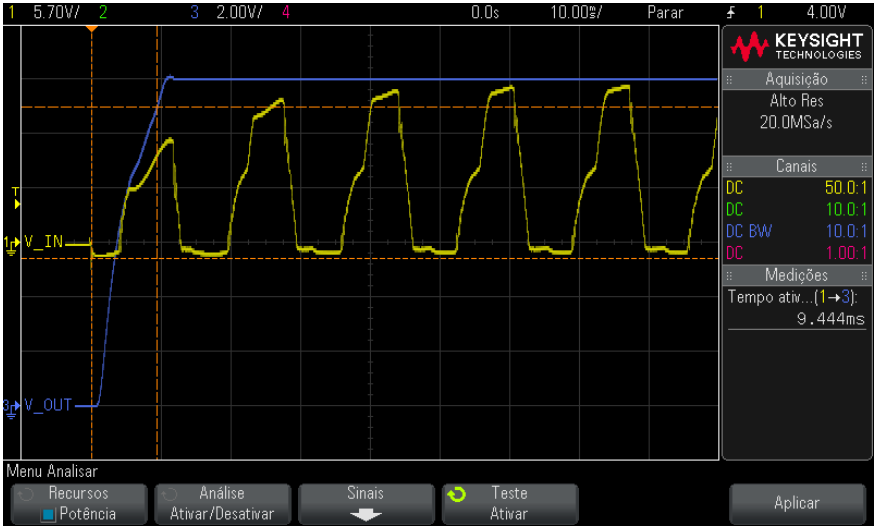
**1** No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Teste** ; depois, gire o botão Entry para selecionar se a análise deve ser ativada ou desativada:

- Ativar – mede o tempo gasto para obter a tensão de saída da fonte de alimentação após a tensão de entrada ser aplicada.
- Desativar – mede o tempo gasto para desativar a tensão de saída da fonte de alimentação após a tensão de entrada ser removida.

**Resultados da análise**

Para fazer a análise, pressione **Aplicar** no menu principal do Aplicativo de alimentação.

Siga as instruções apresentadas na tela. Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.




As formas de onda de tensão de entrada e saída são exibidas. Além disso, estas medições de alimentação automáticas são exibidas:

- "Tempo de ativação" na página 67
- "Tempo de desativação" na página 67

## Ondulação de saída

A análise de Ondulação de saída mede o ruído de ondulação da saída da fonte de alimentação.

**Configuração de sinais**

1. Com a análise de **Ondulação de saída** selecionada no menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .
2. Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

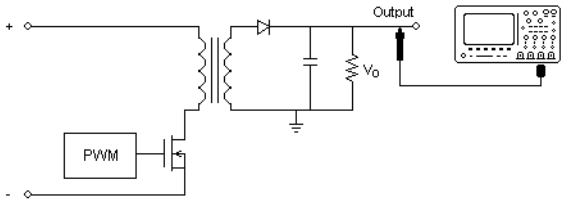



**Figura 11** Configuração típica para teste de ondulação da tensão de saída

**a** Conecte a ponta de prova de tensão (passiva ou diferencial) à saída CC da fonte de alimentação.

**b** Conecte a ponta de tensão a um canal de entrada do osciloscópio.

**3** Pressione a softkey **Tensão** e verifique se o canal analógico correto é selecionado.

**4** Verifique se o fator de atenuação da ponta de prova correto está definido no osciloscópio para a ponta de prova de tensão.

**5** Pressione a softkey **Duração** softkey; em seguida, gire o controle Entry para selecionar a escala de tempo da medição.

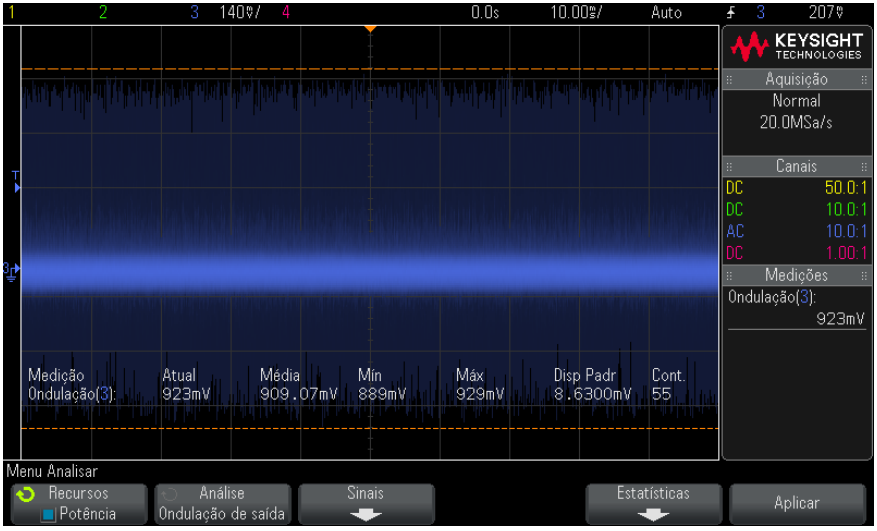
**6** Pressione a softkey **Conf. Auto** para automaticamente ajustar a escala vertical e a posição do canal de tensão e também a escala de tempo.

**7** Pressione a softkey Back Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

**Resultados da análise**

Para fazer a análise, pressione **Aplicar** no menu principal do Aplicativo de alimentação.

Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.




As formas de onda da tensão de saída são exibidas junto com a medição de potência automática:

- "Ondulação de saída" na página 65

## PSRR (taxa de rejeição da fonte de alimentação)

O teste de PSRR (taxa de rejeição da fonte de alimentação) é usado para determinar como um regulador de tensão rejeita o ruído de ondulação em uma faixa de frequência diferente.

Essa análise fornece um sinal a partir do gerador de forma de onda do osciloscópio que varia sua frequência. Esse sinal é usado para injetar ondulação na tensão CC que alimenta o regulador de tensão.

A proporção CA RMS da entrada em relação à saída é medida e exibida em uma gama de frequências.

Há várias formas diferentes de se medir PSRR. Como o osciloscópio tem um piso de ruído mais alto e sensibilidade menor em relação a um analisador de rede, é difícil medir PSRR melhor do que a -60 dB. O teste de PSRR usando o osciloscópio é geralmente aceitável para comportamento de PSRR geral de verificação de pontos de uma fonte de alimentação em teste.

Configuração de sinais

1 Com a análise de **PSRR (taxa de rejeição da fonte de alimentação)** selecionada no menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Sinais** .

2 Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

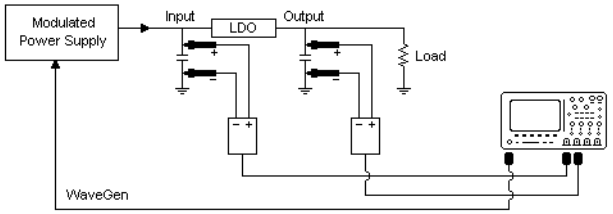



**Figura 12** Configuração típica de análise da taxa de rejeição da fonte de alimentação

**a** Conecte uma ponta de prova de tensão (passiva ou diferencial) à entrada do regulador de descarte baixo (LDO) (e aterramento).

**b** Conecte uma segunda ponta de prova de tensão (passiva ou diferencial) à saída do regulador de descarte baixo (LDO) (e aterramento).

**c** Conecte a saída do gerador de forma de onda à fonte de alimentação modulada.

Um exemplo de fonte de alimentação modulada é a "TS200" Opção 1A da Accel Instruments. Você pode também usar um transformador de injeção para injetar o sinal WaveGen do osciloscópio a uma saída de fonte de alimentação conectada ao regulador de descarte baixo (LDO). Nesse caso, a combinação de transformador de injeção e fonte de alimentação substitui uma fonte de alimentação modulada (como TS200).

3 Pressione a softkey **Entrada V** e **Saída V** e certifique-se de que os canais analógicos apropriados estejam selecionados.

4 Verifique se os fatores de atenuação da ponta de prova corretos estão definidos no osciloscópio para as pontas de prova de tensão.

5 Pressione a softkey Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

Configurações

1 No menu principal do Aplicativo de alimentação, pressione a softkey **Configurações** .

2 No menu PSRR do Aplicativo de alimentação, faça as configurações apropriadas.

**Tabela 7** Configurações de análise de perda de comutação

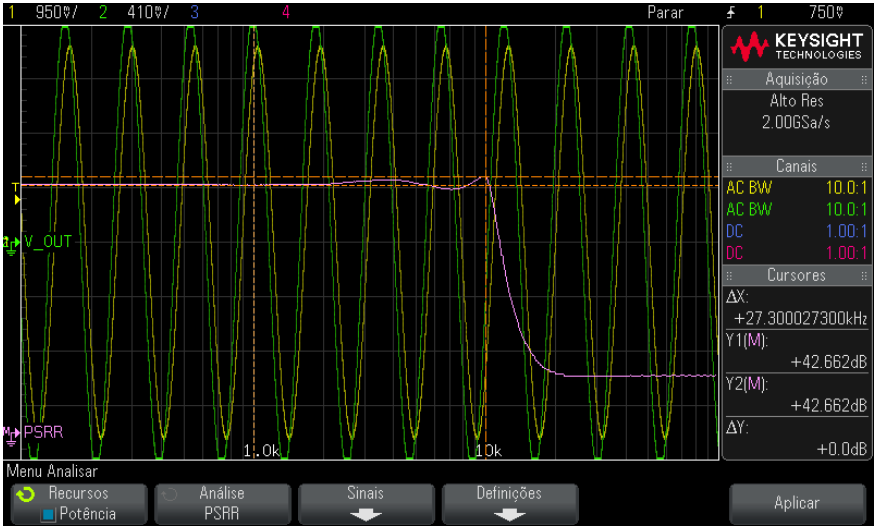
| Configuração | Descrição |
|---|---|
| **Freq mín** | Define o valor inicial da frequência de varredura. A medição é exibida em uma escala logarítmica, para que você possa selecionar valores de década. |
| **Freq máx** | Define o valor final da frequência de varredura. A medição é exibida em uma escala logarítmica, para que você possa selecionar valores de década, além da frequência máxima de 20 MHz |
| **Proporção máx** | Especifica a escala vertical da forma de onda matemática PSRR. |
| **Amplitude** | Define o valor de amplitude do gerador de forma de onda. |
| **Carga da saída** | Define a impedância da carga de saída esperada do gerador de forma de onda. |

3 Após concluir as alterações nas configurações, pressione Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

Resultados da análise

Para fazer a análise, pressione **Aplicar** no menu principal do Aplicativo de alimentação.

Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.




As formas de onda de tensão de entrada e saída e a forma de onda matemática PSRR são exibidas. Os cursores X e Y de acompanhamento são também exibidos para mostrar os valores de dB de proporção em várias frequências.

## Taxa de variação

A análise da Taxa de variação mede a taxa de mudança de tensão ou corrente durante a comutação.

**Configuração de sinais**

1. Com a análise da **Taxa de variação** selecionada no menu principal Aplicação de Potência, pressione a softkey **Sinais**.
2. Conecte suas pontas de prova ao dispositivo sob teste e ao osciloscópio, como mostrado no diagrama de conexão.

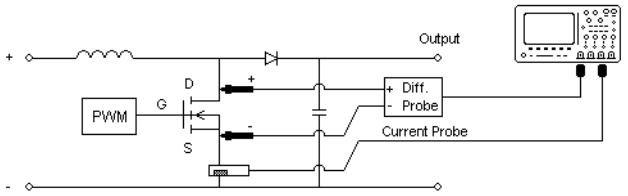



**Figura 13** Configuração típica para testes de análise de dispositivo de potência

**a** Conecte D+ da ponta de prova de tensão à fonte do MOSFET.

**b** Conecte D- da ponta de prova de tensão ao dreno do MOSFET.

**c** Na ponta de prova de tensão, selecione a proporção adequada de atenuação.

**d** Conecte a ponta de prova de corrente ao dreno do MOSFET com a direção da seta apontando na direção do fluxo da corrente.

**e** Conecte as pontas de prova de tensão e de corrente aos canais de entrada do osciloscópio.

**3** Pressione as softkeys **Tensão** e **Corrente** e certifique-se de que o canal analógico apropriado esteja selecionado.

**4** Certifique-se de que os fatores adequados de atenuação de ponta de prova estejam definidos no osciloscópio para as pontas de prova de tensão e corrente.

**5** Pressione a softkey **Conf. Auto** para ajustar automaticamente a escala vertical e a posição dos canais de tensão e de corrente.

**6** Pressione a softkey Back Voltar/Subir para retornar ao menu principal do Aplicativo de alimentação.

Configurações

**1** No menu principal Aplicação de potência, pressione a softkey **Fonte X**; em seguida, gire o controle Entry para selecionar **dV/dt** ou **dI/dt** como a fonte para a análise da taxa de variação.

**Resultados da análise**

Para executar a análise, pressione **Aplicar** no menu principal Aplicação de potência.

Quando a análise for concluída, os resultados serão exibidos.

As formas de onda de tensão e corrente são exibidas juntamente com uma forma de onda de função matemática diferencial que mostra a taxa de variação.

As medições Máx. e Mín. na forma de onda de função matemática diferencial são adicionadas e exibidas.

**Tabela 8** Resultados do teste de taxa de variação

| | |
|---|---|
| dV/dt | $[ y_{(n)} - y_{(n-1)} ] / [ x_{(n)} - x_{(n-1)} ]$, mede a taxa de variação de Vds do dispositivo de potência (MOSFET). |
| dI/dt | $[ y_{(n)} - y_{(n-1)} ] / [ x_{(n)} - x_{(n-1)} ]$, mede a taxa de variação de Id do dispositivo de potência (MOSFET). |

# 4 Medições automáticas de potência

Fator de potência / 63
Potência real / 64
Potência aparente / 64
Potência reativa / 64
Fator de crista / 65
Ângulo de fase / 65
Ondulação de saída / 65
Potência de entrada / 65
Potência de saída / 66
Eficiência / 66
Corrente de pico / 67
Transiente / 67
Tempo de ativação / 67
Tempo de desativação / 67
Perda de potência / 68
Perda potência/cic / 68
Perda de energia / 68

## Fator de potência

Proporção entre potência de linha CA real e potência aparente.

Potência real / Potência aparente

A medição do fator de potência é feita com o uso de duas entradas de origem, a forma de onda de tensão e a forma de onda de corrente, e também requer um operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão e corrente.

## Potência real

A porção de fluxo de potência que, com base em uma média de ciclo completo da forma de onda CA, resulta em transferência líquida de energia em uma direção.

$$\text{Real Power} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} V_n I_n}$$

A medição da potência real é feita em uma entrada de origem que representa potência. Isso é geralmente um operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão e de corrente.

## Potência aparente

A porção de fluxo de potência da linha CA devido à energia armazenada, que retorna para a fonte em cada ciclo.

IRMS * VRMS

A medição de potência aparente é feita com o uso de duas entradas de origem, a forma de onda de tensão e a forma de onda de corrente.

## Potência reativa

A diferença entre potência aparente e potência real devido à reatância. Usar o *triângulo de potência* (o triângulo à direita em que apparent_power$^2$ = real_power$^2$ + reactive_power$^2$):

$$\text{Reactive Power} = \sqrt{\text{Apparent Power}^2 - \text{Real Power}^2}$$

Medição em VAR (Volts-Amps-Reativo)

A medição da potência reativa é feita com o uso de duas entradas de origem, a forma de onda de tensão e a forma de onda de corrente, e também requer um operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão e corrente.

## Fator de crista

O fator de crista é a proporção entre a corrente/tensão da linha CA de pico instantânea solicitada pela carga e a corrente/tensão RMS.

Selecione a fonte de tensão para o fator de crista V: Vpeak / VRMS

Selecione a fonte de corrente para o fator de crista I: Ipeak / IRMS

## Ângulo de fase

No *triângulo de potência* (o triângulo à direita em que apparent_power$^2$ = real_power$^2$ + reactive_power$^2$), o ângulo de fase é o ângulo entre a potência aparente e a potência real, indicando a quantidade de energia reativa. Ângulos de fase pequenos são iguais a menos potência reativa.

A medição do ângulo de fase é feita com o uso de duas entradas de origem, a forma de onda de tensão e a forma de onda de corrente, e também requer um operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão e corrente.

## Ondulação de saída

VMax - VMin

A medição da ondulação de saída é feita em uma entrada de origem, que é a forma de onda da tensão de saída.

## Potência de entrada

Entrada V * Entrada I

A medição da potência de entrada é feita com o uso de duas entradas de origem, a forma de onda de tensão de entrada e a forma de onda de corrente de entrada, e também requer um operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão e corrente.

A medição da potência de entrada requer que você especifique os canais que testam a tensão de entrada, a corrente de entrada, a tensão de saída e a corrente de saída no menu Sinais do Aplicativo de alimentação e que faça a configuração dos sinais automatizada pressionando a softkey **Conf. Auto** no mesmo menu.

## Potência de saída

Saída V * Saída I

A medição da potência de saída é feita com o uso de duas entradas de origem, a forma de onda de tensão de saída e a forma de onda de corrente de saída, e também requer um operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão e corrente.

A medição da potência de saída requer que você especifique os canais que testam a tensão de entrada, a corrente de entrada, a tensão de saída e a corrente de saída no menu Sinais do Aplicativo de alimentação e que faça a configuração dos sinais automatizada pressionando a softkey **Conf. Auto** no mesmo menu.

## Eficiência

Potência de entrada / Potência de saída.

A medição de eficiência é feita em uma entrada de origem que representa a potência de entrada. Isso é geralmente um operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão de entrada e de corrente de entrada. Essa medição também requer a forma de onda de tensão de saída e a forma de onda de corrente de saída especificadas na configuração dos sinais para a análise de potência de eficiência.

A medição da eficiência requer que você especifique os canais que testam a tensão de entrada, a corrente de entrada, a tensão de saída e a corrente de saída no menu Sinais do Aplicativo de alimentação e que faça a configuração dos sinais automatizada pressionando a softkey **Conf. Auto** no mesmo menu.

## Corrente de pico

A corrente de pico pode ser um valor positivo ou negativo, portanto, o resultado é o maior do máximo ou mínimo medido.

A medição da corrente de pico é feita em uma entrada de origem, que é a forma de onda de corrente.

## Transiente

Tempo de resposta transiente = t2 - t1, em que:

- t1 = A primeira vez que uma forma de onda de tensão sai da banda de estabilização.
- t2 = A última vez que ela entra na banda de estabilização.
- Banda de estabilização = +/- % overshoot da tensão de saída do estado estável.

A medição do transiente é feita com o uso de cursores X no sinal da tensão de saída.

## Tempo de ativação

Tempo de ativação = t2 - t1, em que:

- t1 = tensão de entrada CA aumenta até 10% de sua amplitude máxima (hora inicial).
- t2 = tensão de saída CC aumenta até 90% de sua amplitude máxima (hora final).

A medição de tempo de ativação é feita com o uso de cursores X e duas entradas de origem, a forma de onda de tensão de entrada e a forma de onda de tensão de saída.

## Tempo de desativação

Tempo de desativação = t2 - t1, em que:

- t1 = tensão de entrada CA fica abaixo de 10% de seu pico positivo (ou pico negativo, o que ocorrer primeiro) (hora inicial).
- t2 = tensão de saída CC diminui até 10% de seu valor de estado estável (hora final).

A medição de tempo de ativação é feita com o uso de cursores X e duas entradas de origem, a forma de onda de tensão de entrada e a forma de onda de tensão de saída.

## Perda de potência

$P_n = Vds_n * Id_n$, em que n é cada amostra.

A medição de perda de potência é feita em uma entrada de origem que representa potência. Isso é geralmente um operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão e de corrente.

## Perda potência/cic

$P_n = (Vds_n * Id_n)$ * (Faixa de tempo da janela de zoom) * (Medição do contador da tensão do sinal de comutação), em que n é cada amostra.

A medição de perda de potência por ciclo é feita em uma entrada de fonte que representa potência. Isso é geralmente um operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão e de corrente.

Essa medição é feita quando se está no modo zoom e quando a medição do contador está instalada na tensão do sinal de comutação.

## Perda de energia

$= \sum (Vds_n * Id_n)$ * tamanho da amostra, em que n é cada amostra.

A medição de perda de energia é feita em uma entrada de origem que representa potência. Isso é geralmente um operador matemático de multiplicação das formas de onda de tensão e de corrente.

# Índice


## Symbols

% overshoot, 49

## A

acesso ao aplicativo de medição de alimentação, 15
análise de corrente de partida, 34
análise de ligar/desligar, 51
análise de modulação, 3
análise de potência da taxa de variação, 59
análise de resposta transiente, 48
ângulo de fase, 43, 65
avisos, 3

## C

Ciclo de serviço, análise de modulação de alimentação, 38
compensação nula, 47
condução, 47
conexão a um dispositivo em teste, 20
configuração de teste, 22
configurações de análise da qualidade da potência, 42
configurações de análise da taxa de variação, 60
configurações de análise de harmônicos de corrente, 27
configurações de análise de ligar/desligar, 53
configurações de análise de modulação, 38
configurações de análise de perda de comutação, 46
configurações de análise de resposta transiente, 50
corrente de carga inicial, 50
corrente de partida, 34
corrente de partida esperada, 35
corrente de pico, 67

## D

dI/dt, 3
diagrama de blocos da fonte de alimentação comutada, 3
diagrama de blocos, fonte de alimentação comutada, 3
dispositivo em teste, conexão a, 20
distorção harmônica total, 3
dI/dt, 61
duração da alteração de carga, 49
duração da Análise de eficiência, 33
duração da análise de ligar/desligar, 52
duração da análise de modulação, 37
duração da análise de ondulação de saída, 55
dV/dt, 3, 61

## E

eficiência geral, 31
eficiência geral do sistema, 66
eficiência, medição automática do aplicativo de alimentação, 66
execução de testes, 22

## F

fator de crista, 3, 42, 65
fator de crista I, 65
fator de crista V, 65
fator de potência, 3, 42, 63
forma de onda da FFT (gráfico), 29
Forma de onda Rds (resistência dinâmica ativa), 47
formas de onda, visualização, 23
Frequência, análise de modulação de alimentação, 38

## H

harmônica, 29
harmônicos de corrente, 25

## J

janela Blackman-Harris, 27
Janela Hamming, 27
Janela Hanning, 27

## L

largura do pulso negativo, análise de modulação de alimentação, 38
largura do pulso positivo, análise de modulação de alimentação, 38

## M

Média, análise de modulação de alimentação, 38
medições de alimentação, mais sobre, 25
medições de ondulação, 3
modulação, 36

## N

nível de comutação de corrente, 47
nível de comutação de tensão, 46
Noções básicas, 15
número de ciclos, 27, 41

## O

ondulação de saída, 65
ondulação de tensão de saída, 54
Osciloscópios 3000 série X, 11
overshoot percentual, 49

## P

padrão IEC 61000-3-2, 3, 28
parâmetro de corrente de carga nova, 50
parâmetro de exibição de harmônicos de corrente no gráfico, 28
parâmetro de frequência de linha, 27
parâmetro de janela (análise de FFT), 27
parâmetro de padrão de harmônicos de corrente, 28
parâmetro do fator de atenuação da ponta de prova de corrente., 21
parâmetro do fator de atenuação da ponta de prova de tensão, 21
parâmetros de configuração (teste), 22
parâmetros, configuração de teste, 22
perda de comutação, 3, 44
perda de condução, 3, 44
perda de energia, 68
perda de potência, 68
perda de potência por ciclo, 68
Período, análise de modulação de alimentação, 38
piso de ruído, 46, 47
ponta de prova (osciloscópio), corrente, 12
ponta de prova (osciloscópio), diferencial de alta tensão, 11
ponta de prova (osciloscópio), passiva, 12
ponta de prova de corrente, 12
Ponta de prova de corrente 1147A, 12
ponta de prova de corrente N2780A, 12
ponta de prova de corrente N2781A, 12
ponta de prova de corrente N2782A, 12
ponta de prova de corrente N2783A, 12
ponta de prova de corrente N2893A, 12
Ponta de prova diferencial 1141A, 12
ponta de prova diferencial de alta tensão, 11
Ponta de prova diferencial de alta tensão N2790A, 11
Ponta de prova diferencial de alta tensão N2791A, 11
Ponta de prova diferencial de alta tensão N2891A, 12
ponta de prova diferencial de tensão (alta), 11
Ponta de prova diferencial N2792A, 11
Ponta de prova diferencial N2793A, 12
ponta de prova diferencial, alta tensão, 11
ponta de prova passiva, 12
Ponta de prova passiva 10070D, 12
Ponta de prova passiva N2870A, 12
potência aparente, 3, 42, 64
potência de entrada, 65
potência de saída, 66
potência real, 42, 64
potência reativa, 42, 64
potência verdadeira, 3
pré-requisitos, 9
Proporção, análise de modulação de alimentação, 38
PSRR (taxa de rejeição da fonte de alimentação), 4
PWM (modulação de largura de pulso), 3

## Q

qualidade da potência, 3, 40

## R

realinhamento (canal), realização de, 16
realinhamento de canais, realização de, 16
recurso de realinhamento (U1880A), 13, 16
recurso de realinhamento U1880A, 13, 16
requisitos de largura de banda (osciloscópio), 10
requisitos de largura de banda do osciloscópio, 10
requisitos de memória (osciloscópio), 10
requisitos de memória do osciloscópio, 10
requisitos de ponta de prova (osciloscópio), 11
requisitos de ponta de prova do osciloscópio, 11
requisitos de versão do software (osciloscópio), 11
requisitos de versão do software do osciloscópio, 11
requisitos do osciloscópio, 9
requisitos, largura de banda do osciloscópio, 10
requisitos, memória do osciloscópio, 10
requisitos, osciloscópio, 9
requisitos, ponta de prova de corrente, 12
requisitos, ponta de prova diferencial de alta tensão, 11
requisitos, ponta de prova do osciloscópio, 11
requisitos, ponta de prova passiva, 12
requisitos, recurso de realinhamento, 13
requisitos, versão do software do osciloscópio, 11
resposta transiente, 48
resultados (teste), visualização, 23
resultados de teste de eficiência geral, 33
resultados de teste, visualização de, 23
resultados do teste de corrente de partida, 36
resultados do teste de harmônicos de corrente, 28
resultados do teste de ondulação de tensão de saída, 55
resultados do teste de perda de comutação, 47
resultados do teste de qualidade da potência, 43
resultados do teste de resposta de transiente de carga, 50
resultados do teste dI/dt, 61
resultados do teste do tempo de ativação, 53
resultados do teste do tempo de desativação, 53
resultados do teste dV/dt, 61
RMS - CA, análise de modulação de alimentação, 38
ruído de saída, 3

## S

segurança, 9
seleção de teste, 19
selecionar testes, 19
sinais de análise da qualidade da potência, 40
sinais de análise da taxa de variação, 59
sinais de análise de corrente de partida, 34
sinais de análise de eficiência, 31
sinais de análise de harmônicos de corrente, 26
sinais de análise de ligar/desligar, 51
sinais de análise de modulação, 37
sinais de análise de ondulação de saída, 54
sinais de análise de perda de comutação, 45
sinais de análise de resposta transiente, 49

## T

taxa de variação de Id em dispositivo de potência, 61
taxa de variação de Vds em dispositivo de potência, 61
tempo de ativação, 53, 67
tempo de desativação, 53, 67
Tempo de descida, análise de modulação de alimentação, 38
tempo de resposta transiente, 67
Tempo de subida, análise de modulação de alimentação, 38
tensão de saída CC de estado estável, 50, 53
tensão máxima de origem, 52
testes de conformidade prévios, 3
testes, execução, 22
THD (distorção harmônica total), 30

## V

visão geral, 3
visualização de formas de onda, 23
visualização dos resultados de testes, 23